



21 Aktenzeichen: 195 04 886.5-14  
22 Anmeldetag: 14. 2. 95  
43 Offenlegungstag: 22. 8. 96  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 1. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

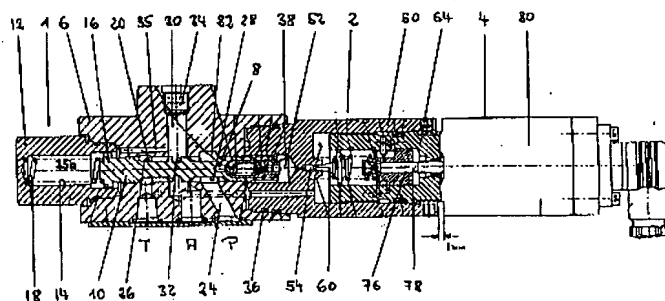
74 Vertreter:  
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, KINDERMANN, Partnerschaft,  
85354 Freising

72 Erfinder:  
Wölfiges, Hans, 97816 Lohr, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 42 32 234 C1  
DE 40 11 593 A1  
DE 37 08 570 A1

54 Einstellbares Druckventil

57 Einstellbares Druckventil mit einem in einem Ventilgehäuse (6) geführten Ventilkörper (60), der durch eine Ventiltfeder (72) in Richtung auf einen Ventilsitz (58) vorgespannt ist, die an einem Federteller (76) abgestützt ist, dessen Relativposition zum Ventilkörper (60) zur Einstellung der Federvorspannung mittels einer Stelleinrichtung mit Spindel (78) veränderbar ist, die mit dem Federteller (76) in Eingriff steht, dessen Axialbewegung durch einen ersten Anschlag und einen zweiten Anschlag (90) begrenzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Anschlag zur Begrenzung der minimalen Federvorspannung als Auflauffläche an der Spindel (78) ausgeführt ist.



Die Erfindung betrifft ein einstellbares Druckventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein vorgesteuertes Druckreduzierventil, bei dem das einstellbare Druckventil gemäß Anspruch 1 als Pilotventil verwendet ist.

Derartige einstellbare Druckventile finden beispielsweise im Werkzeugmaschinenbau bei Vorrichtungen zur Einstellung und Überwachung des Spanndruckes eines Spannfutters Verwendung.

In der DE 42 32 234 C1 ist eine Spannvorrichtung gezeigt, bei der die Spannkraft über ein als Druckreduzierventil ausgeführtes Druckventil einstellbar ist. Der Systemdruck wird dabei über einen federvorgespannten Ventilkörper bestimmt, wobei die Federvorspannung über eine Stelleinrichtung veränderbar ist. Diese ist bei dem genannten Stand der Technik als Spindeltrieb mit einem elektrischen Schrittmotor ausgeführt.

In der DE 40 11 593 A1 ist ein einstellbares Druckventil gezeigt, mit dem der Systemdruck auf einen vorbestimmbaren Wert begrenzt ist. Der Ventilkörper dieses bekannten Druckbegrenzungsventils ist ebenfalls über eine Ventildeder in Richtung auf den Ventilsitz vorgespannt, wobei sich die Ventildeder einerseits an einem im Bereich des Ventilkörpers angeordneten Federteller abstützt und andererseits an einem weiteren Federteller, dessen Relativposition zum Ventilkörper und damit die Federvorspannung über eine Stelleinrichtung veränderbar ist. Diese hat vorzugsweise einen über einen Schrittmotor angetriebenen Spindeltrieb, der mit einer Federteller in Eingriff steht, die ihrerseits den weiteren Federteller trägt.

Die Ansteuerung der Stelleinrichtung kann bei beiden vorbeschriebenen Ventilen elektrisch durch Vorgabe von Weg-, Geschwindigkeits- und Richtungssignalen erfolgen, wobei in vorteilhafter Weise von dem breiten Schrittfrequenzband derartiger Motoren (beispielsweise zwischen 10 Hz und 40 KHz) Gebrauch gemacht wird. Die Schrittmotoren können dann im offenen Steuerkreis betrieben werden, so daß der regelungstechnische Aufwand gegenüber geschlossenen Regelkreisen wesentlich vereinfacht ist. Beim offenen Steuerkreis kann auf das Vorsehen von Drucksensoren für den Systemdruck oder Positionsaufnehmern für die Stellung des Federtellers verzichtet werden, da die Ansteuerung des Schrittmotors in Abhängigkeit von einer Sollwert/Druck-Kennlinie erfolgt, die in einer Signalverarbeitungseinrichtung abgespeichert ist.

Beim Einsatz derartiger Druckventile hat es sich gezeigt, daß es beispielsweise bei zu hohen Klemmkraften zwischen der als Federteller ausgebildeten Mutter und der mit dieser im Eingriff stehenden Spindel zu Schrittverlusten kommen kann, bei denen die an die Stelleinrichtung abgegebenen Steuerimpulse nicht in vollem Umfang in einen Axialvorschub umgesetzt werden. Durch diese Schrittverluste, die sich beispielsweise erst nach längerem Einsatz des Ventils einstellen, kommt es zu Abweichungen der tatsächlichen Sollwert/Druck-Kennlinien von der ursprünglichen Sollwert/Druck-Kennlinie, die in der Signalverarbeitungseinrichtung abgelegt ist. Um diese Fehler zu beheben, kann man in vorgegebenen Intervallen Referenzfahrten durchführen, bei denen die aktuelle Zuordnung der über die Signalverarbeitungseinrichtung vorgegebenen Sollwertposition der Stelleinrichtung und des sich einstellenden Systemdrucks erfaßt wird, so daß die Sollwert/Druck-Kennlinie, im folgenden Kennlinie genannt, korrigiert werden kann.

Bei der Produktion derartiger Ventile ist angestrebt, daß die Kennlinien aller Ventile bei der Auslieferung und auch während des Einsatzes möglichst deckungsgleich verlaufen sollen.

Die bekannten Ventile haben das konstruktivbedingte Problem gemeinsam, daß es äußerst aufwendig ist, die den Federteller tragende Spindel des Schrittmotors spielfrei zu lagern. Das heißt, selbst bei sorgfältigster Lagerung der Stelleinrichtung verbleibt ein Axialspiel der Spindel und damit des angetriebenen Federtellers, das neben den oben beschriebenen Schrittverlusten zu einer Verfälschung der Kennlinie führen kann. Dieses Problem tritt insbesondere dann auf, wenn der Federteller gegen einen Anschlag zur Begrenzung der Maximalbewegung fährt und die Signalverarbeitungseinrichtung weiterhin Impulse zur Betätigung des Schrittmotors abgibt, wodurch die Spindel infolge der Reaktionskraft des am Anschlag anliegenden Federtellers um das Axialspiel aus der Lagerung verschoben wird. Diese Verschiebung führt ebenfalls zu einer Abweichung von der Ideal-Kennlinie, die bei den hohen Qualitätsanforderungen nicht akzeptabel ist.

Die DE 37 08 570 A1 offenbart ein vorgesteuertes Ventil, bei der ein Ventilkörper des Pilotventils über eine Ventildeder vorgespannt ist, die ihrerseits an einem Federteller abgestützt ist. Dieser Federteller liegt an einem ins Ventilgehäuse eingeschraubten Gewindebolzen an, so daß durch Einschrauben des Gewindebolzens die Federvorspannung veränderbar ist. Durch die Gleitreibung zwischen Gewindebolzen und Federteller müssen erhebliche Kräfte zur Verstellung der Federvorspannung aufgebracht werden. Des weiteren ist eine derartige Konstruktion nicht bei Stelleinrichtungen mit Stellmotor und Spindel einsetzbar.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein einstellbares Druckventil und ein vorgesteuertes Druckreduzierventil zu schaffen, bei denen mit minimalem vorrichtungstechnischen Aufwand einer Abweichung von der vorgegebenen Kennlinie vorgebeugt ist.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des einstellbaren Druckventils durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich des vorgesteuerten Druckreduzierungsventils durch die Merkmale des Patentanspruches 7 gelöst.

Durch die Maßnahme, den als Anschlag als Auflauffläche an einer Spindel der Stelleinrichtung auszubilden, kann der Einfluß des Axialspiels auf ein Minimum verringert werden. Bei der erfindungsgemäßen Konstruktion wird die Spindel der Stelleinrichtung durch die über die Federvorspannung der Ventildeder und den Federteller eingeleitete Kraft stets in der gleichen Richtung in seine Lagerung gedrückt, so daß das Axialspiel allenfalls entgegen der Federvorspannung auftreten kann. Wird die Ventildeder zur Einstellung des Minimal-Systemdruckes durch Zurückfahren des Federtellers auf eine Minimal-Federvorspannung entspannt, so kommt der Federteller in Berührungskontakt mit dem Anschlag der Spindel, so daß es nicht zu der oben beschriebenen Relativverschiebung kommen kann. Mit der erfindungsgemäßen Ventilkonstruktion läßt sich somit der Einfluß des Axialspiels auf die Kennlinie gegenüber bekannten Lösungen ganz erheblich verringern.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Anschlagposition einstellbar ausgeführt ist, wobei man wahlweise entweder die Position der Auflauffläche an der Spindel oder die Anschlagposition des Federtellers verstellbar ausführen kann. Durch die Einstellbarkeit des Anschlages kann man den Minimal-Systemdruck auf einfache Weise an unterschiedliche Bedingungen anpassen.

Die Spindel steht mit dem als Mutter ausgebildeten Federteller in Eingriff, wobei die Mutter einen mit der Auflauffläche der Spindel zusammenwirkenden Abschnitt hat, um den Systemdruck zu begrenzen.

Vorteilhafterweise wird der Federteller mit einem Axialbund versehen, in den ein koaxial zur Spindel angeordneter Anschlagkörper einschraubbar ist.

Die Spindel der Stelleinrichtung läßt sich selbst bei vollständig entspannter Ventildfeder noch mit einer vorbestimmten Kraft in Axialrichtung gegen die Lagerung vorspannen, wenn zusätzlich eine Druckfeder gemäß Unteranspruch 6 vorgesehen wird, über die das gesamte System Ventilkörper-Ventilfeder-Pederteller(Mutter)-Spindel in der ursprünglich oder zusätzlich von der Ventildfeder 6 aufgebrachten Richtung gegen die Spindellagerung vorspannbar ist.

Vorteilhafterweise wird der maximale Anpreßdruck des Ventilkörpers auf den Ventilsitz durch ein Anschlagelement gemäß Anspruch 6 begrenzt, das in eine Längsnut am Außenumfang der Mutter eintaucht und am Ventilgehäuse befestigt ist.

Durch die Einstellbarkeit des Anschlags gemäß Anspruch 1 kann der Abstand zwischen diesem und dem Anschlagelement gemäß Anspruch 6 und damit die maximale Axialbewegung des Federtellers auf ein vorgegebenes Maß voreingestellt werden, so daß auf einfache Weise der Minimal- und Maximal-Systemdruck voreinstellbar ist.

Bei der Verwendung des Druckventils gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 als Pilotventil in einem Druckreduzierventil hat es sich als besonders platzsparende Konstruktion erwiesen, wenn das Pilotventil koaxial zum Ventilschieber des Druckreduzierventils angeordnet ist.

Ein besonders kompaktes Druckreduzierventil erhält man, wenn im Ventilschieber Bohrungen vorgesehen sind, über die ein Pumpenanschluß mit einer Steuerseite des Ventilschiebers verbindbar ist, wobei vorteilhafterweise in diesen Bohrungen eine Düse zur Einstellung eines Druckgefälles vorgesehen ist.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der sonstigen Unteransprüche.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein einstellbares Druckreduzierventil mit einem erfindungsgemäßen Pilotventil und

Fig. 2 eine Detaildarstellung des Pilotventils aus Fig. 1.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Druckventil ist als einstellbares Druckreduzierventil 1 ausgebildet, das über ein Pilotventil 2 vorgesteuert ist, wobei die Systemdruckeinstellung über einen Schrittmotor 4 erfolgt. Derartige Ventile werden beispielsweise zur Einstellung und Überwachung des Spanndrucks eines kraftbetätigten Spannfutters (siehe DE 42 32 234 C1) eingesetzt. Das zur Betätigung des Spannfutters benötigte Hydraulikfluid wird von einer Pumpe über einen Pumpenanschluß P dem Druckreduzierventil 1 zugeführt, von diesem auf einen vorbestimmten Sekundärdruck reduziert und über einen Arbeitsanschluß A einem Hydraulikzylinder zugeführt über den die Spanneinrichtung betätigbar ist. Zur Entspannung des Drucks im Hydraulikzylinder läßt sich der Arbeitsanschluß A mit einem Tankanschluß T verbinden.

Das Druckreduzierventil hat ein Ventilgehäuse 6 mit einer Axialbohrung 8, in der ein Ventilschieber 10 in Axialrichtung verschiebbar geführt ist.

Die Axialbohrung 8 ist an der in Fig. 1 linken Seite radial erweitert und mit einem Gewindeabschnitt versehen, in den eine Verschlussschraube 12 eingeschraubt ist, die ihrerseits eine Aufnahmebohrung 14 hat, die koaxial zur Axialbohrung 8 angeordnet ist. Die einen Federraum 35a bildende Aufnahmebohrung 14 ist in dem an die Axialbohrung 8 angrenzenden Bereich gegenüber dieser radial erweitert und nimmt einen ebenfalls radial erweiterten Anschlagbund 16 des Ventilschiebers 10 auf. An dem Anschlagbund 16 greift eine Schieberfeder 18 an, die an der Stirnseite des Federraums 14 abgestützt ist. Durch die Schieberfeder 18 ist der

Ventilschieber 10 in Anlagerichtung des Anschlagbundes 16 an das Ventilgehäuse 6 vorgespannt.

Die Axialbohrung 8 hat im Bereich des Tankanschlusses T einen ersten Ringraum 20, der über eine Radialbohrung mit dem Tankanschluß T verbunden ist. Im Bereich des Pumpenanschlusses P ist ein zweiter Ringraum 22 ausgebildet, der über eine Schrägbohrung 24 in den Pumpenanschluß P mündet.

Der Ventilschieber 10 hat im Bereich des ersten Ringraums 20 eine erste Ringnut 26 und im Bereich des zweiten Ringraums 22 eine zweite Ringnut 28 ausgebildet, wobei die Axialbreite der Ringnuten 26, 28 größer ist als diejenige der Ringräume 20, 22. An einem dem Arbeitsanschluß A diametral gegenüberliegenden Abschnitt des Ventilgehäuses 6 ist eine senkrecht zur Axialbohrung 8 verlaufende Radialbohrung 30 ausgebildet, die das Ventilgehäuse über die Axialbohrung 8 hinaus durchdringt und deren Mittelachse etwas seitlich versetzt zur Arbeitsleitung A angeordnet ist, wobei sich die beiden Bohrungen überlappen, so daß über die Radialbohrung 30 eine Verbindung des Arbeitsanschlusses A mit der Axialbohrung 8 erfolgt. Im Bereich der Radialbohrung 30 ist am Ventilschieber 10 eine Umfangsnut 32 ausgebildet, über die eine Verbindung für das Hydraulikfluid zwischen dem in Fig. 1 oberhalb des Ventilschiebers 10 angeordneten Teils der Radialbohrung 30 und dem Arbeitsanschluß A erfolgt. Die Radialbohrung 30 ist nach außen hin über einen Verschlusstopfen 34 verschlossen. Parallel zur Axialbohrung 8 ist eine Verbindungsbohrung 35 im Ventilgehäuse 6 ausgebildet, durch die die der Federraum 35a mit der Radialbohrung 30 verbindbar ist.

Die Axialbohrung 8 ist an ihrem von der Verschlussschraube 12 entfernten Endabschnitt radial zu einem hülsenförmigen Abschnitt 36 erweitert, in den sich der von dem Anschlagbund 16 entfernte Endabschnitt des Ventilschiebers 10 hineinerstreckt.

In dem Boden der zweiten Ringnut 28 des Ventilschiebers 10 ist eine Radialdrosselbohrung 40 ausgebildet, die in eine Ventilschieber-Axialbohrung 42 mündet, die sich zur benachbarten Stirnseite des Ventilschiebers 10 hin stufenförmig erweitert.

In diese stufenförmig erweiterte Ventilschieber-Axialbohrung 42 ist ein Steuerölstromregler 38 eingebaut, mit einem Kolben 46, in dem koaxial zur Ventilschieber-Axialbohrung 42 eine Drosselbohrung 44 ausgebildet ist. In einem Raum 39 ist eine Feder 47 enthalten, die sich gegen den Kolben 46 und einen Verschlusstopfen 33 abstützt. Der Raum 39 ist über Abströmöffnungen 48 im Ventilschieber 10, der in diesem Bereich radial zurückgestuft ist, mit der in Fig. 1 rechten Steuerseite des Ventilschiebers 10 verbunden. Aus dem Ringraum 22 durch die Radialbohrung 40, die Ventilschieber-Axialbohrung 42, durch die Drosselbohrung 44 in den Raum 39 und von dort über die Abströmöffnungen 48 fließt Steueröl in den rechten Stellerraum 52 des Ventilschiebers. Das Druckgefälle in der Drosselbohrung 44 entspricht der Kraft der Feder 47 dividiert durch die Fläche von Kolben 46 und wird konstant geregelt, indem der Kolben 46 mit seiner Steuerkante 46a die Abströmöffnungen 48 verkleinert und so vom durchströmenden Steueröl der Druck im Raum 39 bis auf das Druckgefälle der Feder 47 niedriger geregelt wird, als der Druck auf der der Ventilschieber-Axialbohrung 42 zugewandten Seite des Kolbens 46. Somit ist die Steuerölmenge unabhängig vom Druckunterschied zwischen Ringraum 22 und Stellerraum 52 konstant.

Mit dem Steuerölstrom kann vom Pilotventil 2 die rechte Seite des Ventilschiebers 10 mit Steuerdruck beaufschlagt werden.

In den hülsenförmigen Abschnitt 36 des Ventilgehäuses 6 ist eine Gewindebuchse 50 des Pilotventils 2 eingeschraubt,

die an dem ins Ventilgehäuse 6 eingeschraubten Abschnitt eine Axialbohrung hat, die einen in Fortsetzung der Axialbohrung 8 angeordneten Steuerraum 52 bildet, in den sich der Ventilschieber 10 mit den Abströmöffnungen 48 hinein erstreckt. Der Steuerraum 52 geht in eine verjüngte Ventilbohrung 54 über, die ihrerseits in einen radial erweiterten Ventilraum 56 mündet. Im Einmündungsbereich der Ventilbohrung 54 in den Ventilraum 56 hat dieser einen nabenförmigen Vorsprung, in dem der Ventil Sitz 58 für einen Ventilkörper 60 des Pilotventils 2 ausgebildet ist.

Wie aus den Fig. 1 und 2 hervorgeht, hat der kegelförmige Ventilkörper 60 einen Führungsbund 66, mit dem er in einer Führungsbohrung 62 einer Ventildruckbuchse 64 axial verschiebbar geführt ist, die in die Gewindebuchse 50 eingeschraubt ist. Die Festlegung der Ventildruckbuchse 64 mit Bezug zur Gewindebuchse 50 erfolgt über eine Verdrehsicherung 94.

An der dem kegelförmigen Ventilkörper 60 zugewandten Stirnseite des Führungsbunds 66 greift eine Druckfeder 68 an, die ihrerseits an dem nabenförmigen Vorsprung des Ventilsitzes 58 abgestützt ist.

Die von der Druckfeder abgewandte Stirnseite des Führungsbunds 66 dient gemeinsam mit einem nabenförmigen Vorsprung 70 als Abstützung für eine Ventildruckfeder 72, deren anderes Ende an der Fläche 74 eines Federtellers 76 anliegt, in dem ein Gewinde 77 vorhanden ist, so daß dieser eine Mutter bildet.

Der Federteller steht in Wirkeingriff mit einer Spindel 78 des Schrittmotors 4 die im Bereich des Gewindes 77 auch mit einem Gewinde versehen ist. Ein Gehäuse 80 des Schrittmotors 4 schließt sich koaxial an die Ventildruckbuchse 64 an und ist gegenüber dieser stufenförmig erweitert. Die Ventildruckbuchse 64 hat im Anschluß an die Führungsbohrung 62 eine Durchtrittsöffnung in der Dichteinrichtungen 82 für die Spindel 78 angeordnet sind.

Der Federteller 76 ist koaxial zur Spindel 78 mit einem Axialbund 84 versehen, in den ein Anschlagkörper 86 eingeschraubt ist, der in Anlage an die diesem zugewandte Stirnseite der Spindel 78 bringbar ist.

In die in Fig. 2 obere Wandung des Federtellers 76 ist eine Axialnut 88 eingearbeitet, die in der Fläche 74 mündet. In diese Axialnut taucht ein Anschlagstift 90 ein, der den in Fig. 2 oben liegenden Mantelabschnitt der Ventildruckbuchse 64 in Radialrichtung durchdringt. Dieser Anschlagstift 90 übernimmt zwei Funktionen:

- a) die Verdrehsicherung des Federtellers 76 gegenüber der Ventildruckbuchse 64 und
- b) der Anschlagstift 90 dient als Anschlag für den Federteller 76 zur Begrenzung der Axialbewegung hin zum Ventilkörper 60, wobei der Anschlagstift 90 in Anlage an die Stirnfläche 92 der Axialnut 88 bringbar ist.

Die Axialbewegung des Federtellers 76 ist somit in Richtung zum Ventilkörper 60 durch den Abstand X1 zwischen dem Anschlagstift 90 und der Stirnfläche 92 und in Richtung zum Schrittmotor 4 durch den Abstand X zwischen der Stirnseite der Spindel 78 und dem Anschlagkörper 86 bestimmt.

Bei Betätigung des Schrittmotors wird die Spindel 78 gedreht, wodurch, je nach Drehrichtung, der Federteller 76 axial hin zum Ventilkörper 60 oder weg davon bewegt wird. Durch diese Axialbewegung läßt sich die Vorspannung der Ventildruckfeder 72 und damit die Anpreßkraft des Ventilkörpers 60 auf den Ventil Sitz 58 erhöhen (Vorwärtsbewegung des Federtellers 76) oder erniedrigen (Rückwärtsbewegung des Federtellers 76) und dadurch der Steuerdruck des Pilotven-

tils einstellen.

In die Stirnseite des Ventilraums 56 mündet eine Verbindungsbohrung 96, über die der Ventilraum 56 mit dem Tankanschluß T verbindbar ist.

- Bei der Montage des Druckreduzierventils erfolgt zunächst die Grundeinstellung der Abstände X1 und X zur Begrenzung der Axialbewegung des Federtellers 76. Dazu wird die Ventildruckbuchse 64 mit dem darin aufgenommenen Federteller 76, dem Ventilkörper 60 und dem Stellmotor 4 mit Spindel 78 in einer Einstelleinrichtung befestigt und zunächst durch Ansteuerung des Schrittmotors 4 und entsprechende Rotation der Spindel 78 der Federteller 76 soweit nach vorn, das heißt hin zum Ventilkörper 60 gefahren, bis der Anschlagstift 90 an der Stirnfläche 92 anliegt. Diese Position entspricht der maximalen Federvorspannung.

Anschließend wird der Stellmotor derart betätigt, daß eine Axialverschiebung des Federtellers 76 nach hinten erfolgt, die 112,5% des vorbestimmten Verfahrweges des Federtellers 76 entspricht.

- Die genannten 100% entsprechen dabei derjenigen Schrittzahl, die durchlaufen werden muß, um den Federteller 76 oder, genauer gesagt, die Fläche 74 von der Position für maximal vorgesehenen Druck (Schrittzahl 100%) auf die Position "minimaler Druck" (Schrittzahl 0) zu bringen.

- Nach Durchfahren der 112,5% der maximalen Schrittzahl wird der Anschlagkörper 86 eingeschraubt, bis er in Anlage an die Stirnfläche der Spindel 78 kommt. In dieser Stellung des Federtellers 76 ist die Stirnfläche 92 um das Maß X1 vom Anschlagstift 90 beabstandet. Anschließend wird der Anschlagkörper 86 um das Maß X aus dem Federteller 76 herausgeschraubt, so daß die den vorgesehenen Verfahrbereich des Federtellers 76 begrenzenden charakteristischen Abstände X, X1 voreingestellt sind.

- Anschließend wird die Ventildruckbuchse 64 mit der voreingestellten Ventilkörpereinheit in die Gewindebuchse 50 eingeschraubt, wobei eine Voreinstellung dahingehend erfolgt, daß zwischen der in Fig. 2 rückwärtigen Stirnfläche der Gewindebuchse 50 und der benachbarten Stirnfläche des Schrittmotor-Gehäuses 80 ein bestimmter Abstand, beispielsweise 1 mm erhalten wird. Das eingangs beschriebene Axialspiel der Spindellagerung spielt bei der neuen Konstruktion lediglich eine untergeordnete Rolle, da die Ventilanordnung über die Druckfeder 68 und - im vorgespannten Zustand - über die Ventildruckfeder 72 immer in Richtung auf den Schrittmotor 4 vorgespannt ist.

- Die Pilotventileinheit mit der Gewindebuchse 50 und der Ventildruckbuchse 64 wird dann in eine Prüfvorrichtung eingebracht, in der der Schrittmotor 4 mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuerbar ist und der sich dabei einstellende Druck im Steuerraum 52 erfaßbar ist. Mit dieser Prüfvorrichtung wird die Relativstellung der Ventildruckbuchse 64 zur Gewindebuchse 50 durch Einschrauben oder Heraus-schrauben der Ventildruckbuchse 64 so lange verändert, bis der im Steuerraum 52 herrschende Druck, gemäß abgespeicherter Kennlinie dem zum vorgegebenen Sollwert zugeordneten Druck entspricht. Die derart voreingestellten erfindungsgemäßen Ventile haben sämtlich eine im wesentlichen deckungsgleiche Kennlinie, wobei die maximal einstellbaren Drucke durch die Abstände X1, X vorgegeben sind.

- Nach dieser Vorjustierung wird das Pilotventil 2 in das Ventilgehäuse eingeschraubt, so daß sich die in Fig. 1 entnehmbare Ventilanordnung ergibt. Für den Fall, daß sich beim Betrieb des erfindungsgemäßen Druckreduzierventils 1 Unregelmäßigkeiten durch Schrittverluste einstellen, ist ein Neuabgleich erforderlich, bei dem die vorgegebenen Schrittzahlen den tatsächlichen Druckwerten zugeordnet sind, um wieder deckungsgleiche Kennlinien zu erreichen.

Für einen derartigen Abgleich wird eine Referenzfahrt

durchgeführt, bei der von der Signalverarbeitungseinrichtung unabhängig von der tatsächlichen Position der Fläche 74 eine maximale Schrittzahl 100 plus einen Aufschlag von 66% vorgegeben wird, das heißt, der Federteller 76 wird – unabhängig von seiner tatsächlichen Position – um eine Schrittzahl nach hinten, das heißt in Richtung Druck absinken gefahren, die in jedem Fall größer ist als der maximal vorgesehene Verfahrbereich der Fläche 74.

Dadurch gerät der Federteller 76 vor Erreichen der vorgegebenen Referenzschrittzahl von 166% des Maximalbereichs mit seinem Anschlagkörper 86 irgendwann in Anlage an die Spindel 78, worauf der Schrittmotor 4 weiterhin Impulse erhält, diese jedoch nicht in eine Axialbewegung umsetzen kann, da der Spindelantrieb nach Art einer Rutschkupplung durchrutscht. Das heißt, auch wenn der Federteller 76 auf Anschlagposition ist, wird der gesamte Referenzbereich von 166% vom Schrittmotor 4 durchfahren. Nachdem diese Schritte durchlaufen sind, wird über die Signalverarbeitungseinrichtung der Schrittmotor 4 derart angesteuert, daß eine Vorwärtsbewegung des Federtellers 76 in Richtung drucksteigend erfolgt, die 12,5% der maximalen Schrittzahl 100% entspricht. Das heißt, durch diesen Teil der Referenzfahrt wird das Maß X eingestellt, so daß sich die Fläche 74 in einer Position befindet, die dem Sollwert 0 entspricht. Da während dieser Referenzfahrt das Axialspiel der Spindel 78 durch die besondere Anordnung des Axialanschlages 86 und durch die Federvorspannung über die Druckfeder 68 und die Ventildfeder 72 kompensiert wurde, kann durch die Referenzfahrt beim Nullpunktgleich der Kennlinie der sich einstellende Systemdruck einem bestimmten Sollwert zugeordnet werden, so daß auch bei Schrittverlust die ursprünglich einjustierte Kennlinie wieder erreichbar ist.

Abschließend soll noch kurz die Funktion des Druckreduzierventils 1 erläutert werden.

In seiner Grundstellung, das heißt der Position, in der kein Druck am Pumpenanschluß P anliegt, ist der Ventilschieber 10 durch die Wirkung der Schieberfeder 18 in seine rechte Position bewegt, in der der Anschlagbund 16 am Ventilgehäuse 6 anliegt. Wird nunmehr der Pumpenanschluß P mit Druck beaufschlagt, so strömt ein Steuerölanteil über die Radialbohrung 40, die Ventilschieber-Axialbohrung 42, die Drosselbohrung 44 und die Abströmöffnungen 48 in den Steuerraum 52, wodurch sich an der in Fig. 2 rechten Steuerseite des Ventilschiebers 10 ein Steuerdruck aufbaut, der durch die auf den Ventilkörper 60 wirkende Federkraft begrenzt ist. Durch den sich aufbauenden Druck wird der Ventilschieber gegen die Kraft der Schieberfeder 18 in der Darstellung nach Fig. 2 nach links bewegt, bis die Steuerkante 98 die Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß A über den Ringraum 22 mit dem Pumpenanschluß P aufsteuert und somit den Übertritt der Hydraulikflüssigkeit vom Pumpenanschluß P in den Arbeitsanschluß A ermöglicht. Die einströmende Hydraulikflüssigkeit erhöht im Arbeitsanschluß A den Druck der über die Verbindungsbohrung 35 auch im Federraum 35a ansteht und dort auf die linke Steuerfläche des Ventilschiebers 10 in Richtung Durchflußquerschnitt P nach A an der Steuerkante 98 verkleinernd wirkt. Wenn der am Schrittmotor 4 über die Ventildfeder voreingestellte Druck im Arbeitsanschluß A erreicht ist, steht der Ventilschieber 10 in der in Fig. 2 dargestellten Position, bei der die Steuerkante 98 ohne Überdeckung die Verbindung A nach P und die Steuerkante 102 ebenfalls ohne Überdeckung, die Verbindung A nach T absperrt.

Steigt der Druck im Arbeitsanschluß A höher als bis auf den vom Pilotventil im Raum 52 geregelten Druck minus der Kraft der Schieberfeder 18 dividiert durch die Fläche des Ventilschiebers 10 an, bewegt sich der Ventilschieber 10 nach rechts, wobei die Steuerkante 98 gesperrt bleibt und

die Steuerkante 102 die Verbindung A nach T öffnet, so daß Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsanschluß A in den T-Kanal abströmen kann, bis der Druck in A soweit abgefallen ist und der Pilotdruck im Raum 52 den Ventilschieber 10 wieder nach links in Regelstellung zurückschieben kann.

Der bei abgehobenem Ventilkörper 60 in den Ventilraum 56 austretende Steuerölanteil wird über die Verbindungsbohrung 96 zum Tank T zurückgeführt.

Durch Betätigen des Schrittmotors ändert sich die Vorspannung der Ventildfeder 72 und als Folge die Anpreßkraft des Ventilkörpers 60 auf den Ventilsitz 58, wodurch auch der Druck im Steuerraum 52 geändert wird, so daß in Abhängigkeit von der Schrittmotorbetätigung im Verbraucheranschluß A der Druck verändert werden kann.

### Patentansprüche

1. Einstellbares Druckventil mit einem in einem Ventilgehäuse (6) geführten Ventilkörper (60), der durch eine Ventildfeder (72) in Richtung auf einen Ventilsitz (58) vorgespannt ist, die an einem Federteller (76) abgestützt ist, dessen Relativposition zum Ventilkörper (60) zur Einstellung der Federvorspannung mittels einer Stelleinrichtung mit Spindel (78) veränderbar ist, die mit dem Federteller (76) in Eingriff steht, dessen Axialbewegung durch einen ersten Anschlag und einen zweiten Anschlag (90) begrenzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Anschlag zur Begrenzung der minimalen Federvorspannung als Auflauffläche an der Spindel (78) ausgeführt ist.
2. Einstellbares Druckventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkposition des ersten Anschlages einstellbar ist.
3. Einstellbares Druckventil nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschlagkörper (86) für den ersten Anschlag in einen am Federteller (76) ausgebildeten Axialbund (84) eingeschraubt ist.
4. Einstellbares Druckventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, gekennzeichnet durch eine Druckfeder (68) zum Aufbringen einer Vorspannung auf den Ventilkörper (60) in Richtung zur Spindel (78).
5. Einstellbares Druckventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Außenumfang des Federtellers (76) eine Axialnut (88) ausgebildet ist, deren vom Ventilkörper (60) abgewandte Stirnseite (92) als Anschlagfläche für den zweiten Anschlag (90) dient, der an einer Ventilbuchse (64) befestigt ist und in die Axialnut (88) eintaucht.
6. Einstellbares Druckventil nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilbuchse (64) in eine Gewindebuchse (50) des Ventilgehäuses (6) einschraubbar ist.
7. Vorgesteuertes Druckreduzierventil (1) mit einem Pilotventil (2) gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6.
8. Vorgesteuertes Druckreduzierventil (1) nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Pilotventil (2) koaxial zum Ventilschieber (10) des vorgesteuerten Druckreduzierventils (1) angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

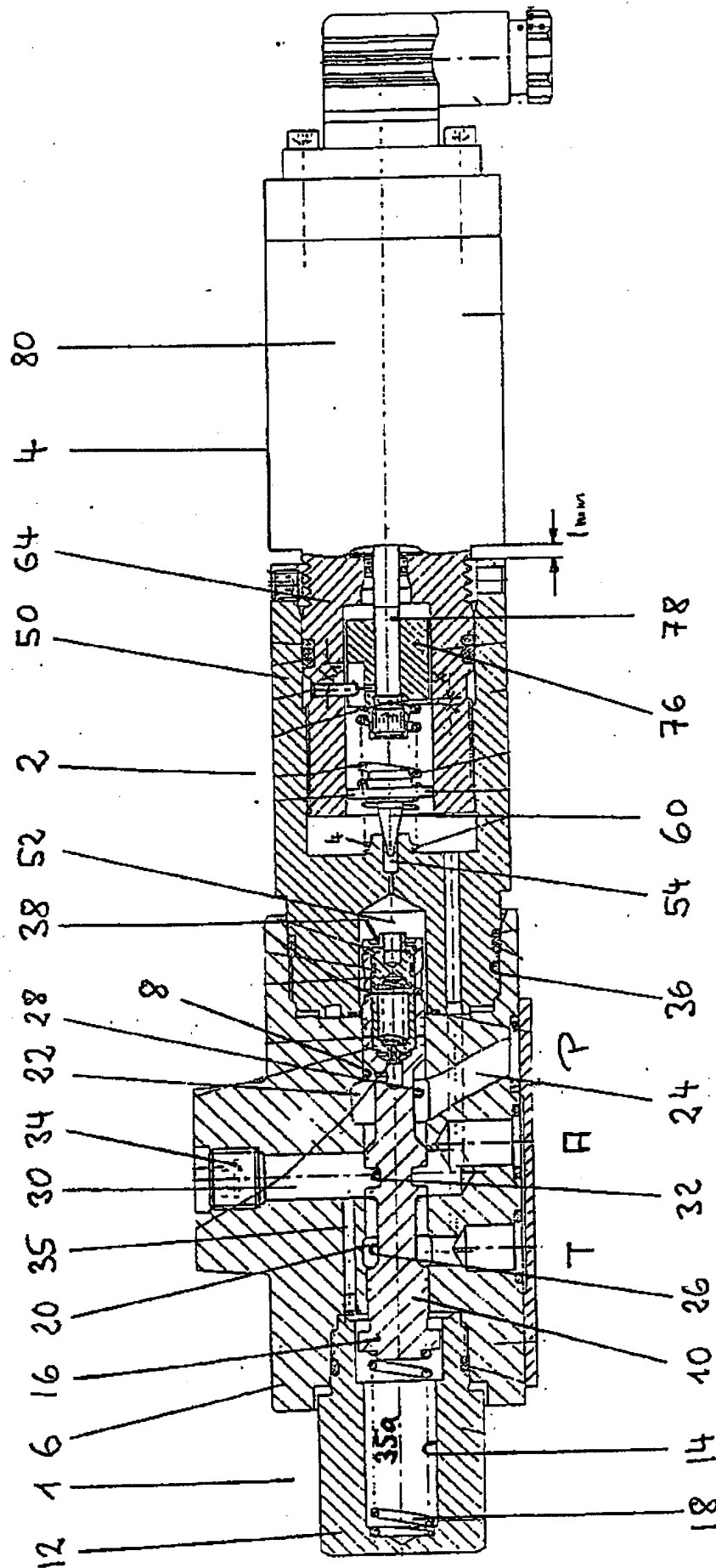


FIG. 1

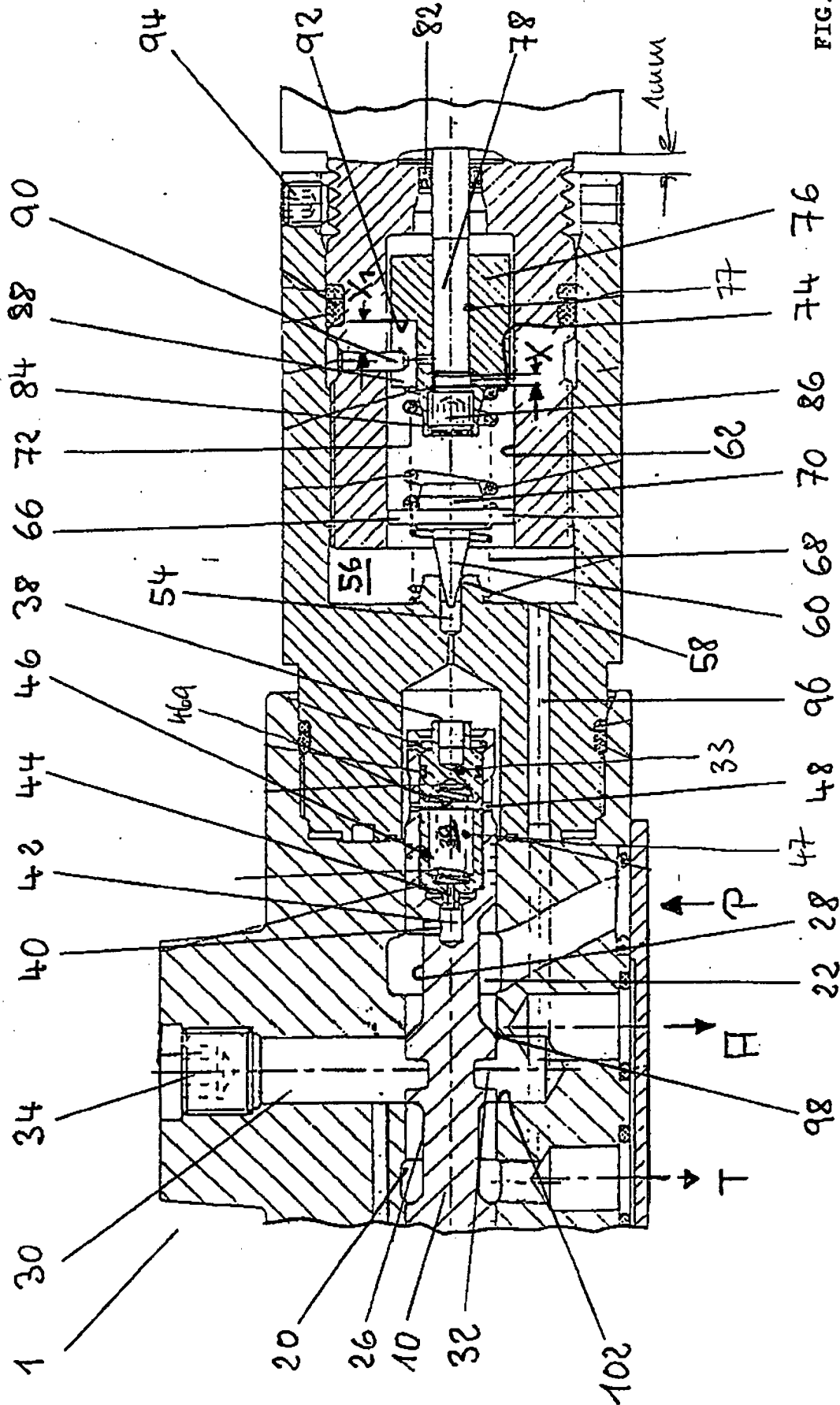


FIG. 2